

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**



*Ministero delle Attività Produttive*  
*Direzione Generale per lo Sviluppo Produttivo e la Competitività*  
*Ufficio Italiano Brevetti e Marchi*  
*Ufficio G2*

Autenticazione di copia di documenti relativi alla domanda di brevetto per:

**Invenzione Industriale**

UD2003 A 000226



*Si dichiara che l'unita copia è conforme ai documenti originali  
depositati con la domanda di brevetto sopraspecificata, i cui dati  
risultano dall'accluso processo verbale di deposito.*

**2 MAR. 2004**

Roma, li .....

IL DIRIGENTE

*Elena Marinelli*

**Sig.ra E. MARINELLI**

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re the Application of

Alvise SARTORI et al.

Serial No.: To be assigned

Filed: March 19, 2004

For: PHOTO-SENSITIVE ELEMENT FOR ELECTRO-OPTICAL SENSORS

**CLAIM FOR PRIORITY**

Mail Stop Patent Application  
Commissioner for Patents  
P.O. Box 1450  
Alexandria, VA 22313-1450

Sir:

The benefit of the filing date of the following prior foreign application filed in the following foreign country is hereby requested for the above-identified application and the priority provided in 35 USC 119 is hereby claimed:

Italian Appln. No. UD 2003 A 000226, Filed November 17, 2003.


In support of this claim, a certified copy of said original foreign application and an English Translation are filed herewith.

It is requested that the file of this application be marked to indicate that the requirements of 35 USC 119 have been fulfilled and that the Patent and Trademark Office kindly acknowledge receipt of this document.

Respectfully submitted,

Date: March 19, 2004

By:



Anthony P. Venturino

Registration No. 31,674

APV/pgw  
ATTORNEY DOCKET NO. APV31683  
STEVENS, DAVIS, MILLER & MOSHER, L.L.P.  
1615 L Street, N.W., Suite 850  
Washington, D.C. 20036  
Tel: 202-408-5100 / Fax: 202-408-5200

## AL MINISTERO DELL'INDUSTRIA DEL COMMERCIO E DELL'ARTIGIANATO

MODULO A

UFFICIO ITALIANO BREVETTI E MARCHI - ROMA

DOMANDA DI BREVETTO PER INVENZIONE INDUSTRIALE, DEPOSITO RISERVE, ANTICIPATA ACCESSIBILITÀ AL PUBBLICO

## A. RICHIEDENTE (I)

1) Denominazione NEURICAM S.p.A.Residenza TRENTOcodice 01606770228

2) Denominazione

Residenza

codice

## B. RAPPRESENTANTE DEL RICHIEDENTE PRESSO L'U.I.B.M.

cognome e nome LIGI STEFANO

cod. fiscale

denominazione studio di appartenenza GLP S.r.l.via P.le Cavedalisn. 6/2città UDINEcap 33100(prov) UD

## C. DOMICILIO ELETTIVO destinatario

via

n.

città

cap

(prov)

## D. TITOLO

classe proposta (sez/cl/sci) G06Tgruppo/sottogruppo 0010040ELEMENTO FOTONSENSIBILE PER SENSORI ELETTRO-OTTICIANTICIPATA ACCESSIBILITÀ AL PUBBLICO: SI ☐ NO ☒

SE ISTANZA: DATA

N° PROTOCOLLO

## E. INVENTORI DESIGNATI

cognome nome

cognome nome

1) SARTORI Alvise

3)

2) VATTERONI Monica

4)

## F. PRIORITÀ

nazione o organizzazione

tipo di priorità

numero di domanda

data di deposito

allegato  
S/R

## SCIOGLIMENTO RISERVE

Data

N° Protocollo

1)

2)

## G. CENTRO ABILITATO DI RACCOLTA COLTURE DI MICRORGANISMI, denominazione

## H. ANNOTAZIONI SPECIALI

## DOCUMENTAZIONE ALLEGATA

N. es.

Doc. 1) 1 PROV n. pag. 25 riassunto con disegno principale, descrizione e rivendicazioni (obbligatorio 1 esemplare)Doc. 2) 1 PROV n. tav. 101 disegno (obbligatorio se citato in descrizione, 1 esemplare)Doc. 3) 1 RIS lettera d'incarico, procura o riferimento procura generale o autocertificazioneDoc. 4) 1 RIS designazione inventoreDoc. 5) 0 RIS documenti di priorità con traduzione in italianoDoc. 6) 0 RIS autorizzazione o atto di cessioneDoc. 7) 1 nominativo completo del richiedente8) attestati di versamento, totale X Euro DUECENTONOVANTUNO/80=(tasse pagate per tre anni)

obbligatorio

COMPILATO IL 14 11 2003

FIRMA DEL (I) RICHIEDENTE (I)

LIGI STEFANO

(glp P2-5318)

CONTINUA SU NODEL PRESENTE ATTO SI RICHIEDE COPIA AUTENTICA SU LSI

UFFICIO PROVINCIALE IND. COMM. ART. DI

CAMERA DI COMMERCIO DI UDINE

codice 80

VERBALE DI DEPOSITO

NUMERO DI DOMANDA

UD2003A000226

Reg. A

L'anno milenovecento

DUEMILATRE

il giorno

DICIASSETTE

del mese di

NOVEMBREIl (I) richiedente (I) sopraindicato (I) ha (hanno) presentato a me sottoscritto la presente domanda, corredata di n. 00 fogli aggiuntivi per la concessione del brevetto sopraportato.

## I. ANNOTAZIONI VARIE DELL'UFFICIO ROGANTE

NESSUNA

Il mandatario

STEFANO LIGI

(per sé e per gli altri)

STUDIO GLP S.r.l.

P.le Cavedalis, 6/2 - 33100 UDINE



L'UFFICIALE ROGANTE

Per Aut. V. Valle u. Valle

RIASSUNTO INVENZIONE CON DISEGNO PRINCIPALE

PROSPETTO A

NUMERO DOMANDA

UD<sup>2003</sup>

A 000 226

REG. A

DATA DI DEPOSITO

17 NOV 2003

DATA DI RILASCIO

NUMERO BREVETTO

A. RICHIEDENTE (I)

Denominazione

NEURICAM S.p.A.

Residenza

TRENTO

D. TITOLO

ELEMENTO FOTOSENSIBILE PER SENSORI ELETTRO-OTTICI

(glp P2-5318)

Classe proposta (sez./cl./scl) G06T

(gruppo/sottogruppo) 001 / 0040

L. RIASSUNTO

Elemento fotosensibile (10) per sensori elettro-ottici, comprendente un organo di ricezione fotosensibile (11), un circuito di conversione della corrente generata dall'organo di ricezione fotosensibile (11) in un segnale di tensione, ed un circuito di amplificazione e lettura. Il circuito di conversione della corrente comprende un transistor (21) a canale P utilizzato come tasto ideale e pilotato con una tensione variabile tra una tensione di alimentazione alta ed una tensione di alimentazione bassa. L'elemento fotosensibile viene portato in uno stato di reset se la tensione di pilotaggio del transistor (21) è bassa, ed in uno stato di integrazione se la tensione di pilotaggio è alta.



M. DISEGNO

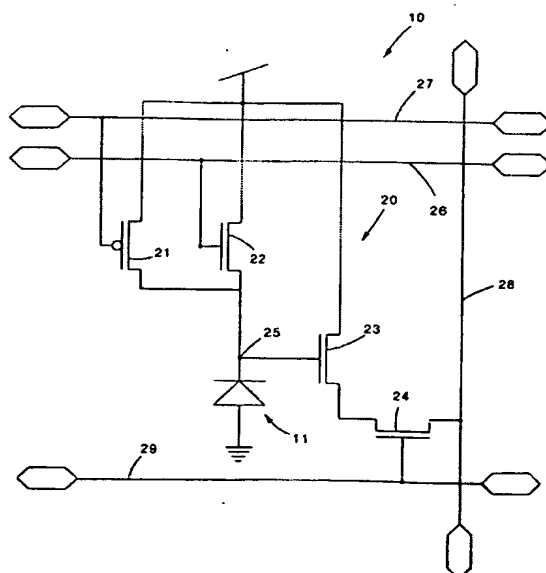


fig. 1

Classe Internazionale: G06T 01/40

Descrizione del trovato avente per titolo:

"ELEMENTO FOTOSENSIBILE PER SENSORI ELETTRIO-OTTICI"

a nome NEURICAM S.p.A. di nazionalità italiana, con

5 sede in Via S. Maria Maddalena, 12 - 38100 TRENTO.

dep. il 17 NOV. 2003

al n.

UD<sup>2003</sup>

A 00 0226

\* \* \* \* \*

#### CAMPO DI APPLICAZIONE

La presente invenzione si riferisce ad un elemento  
10 fotosensibile utilizzato in sensori elettro-ottici,  
idoneo a rilevare una luce incidente ed a  
convertirla in un correlato segnale elettrico.

L'elemento fotosensibile secondo il presente  
trovato viene utilizzato per realizzare sensori  
15 elettro-ottici di tipo lineare o matriciale  
bidimensionale impiegabili in diversi dispositivi  
elettronici per visione artificiale, quali ad  
esempio telecamere digitali, sensori ottici  
intelligenti, od altri.

20 L'elemento fotosensibile secondo il trovato  
garantisce una qualità delle immagini molto  
soddisfacente sia in condizioni di bassa luminosità  
che in presenza di illuminazione non controllata,  
quindi caratterizzata da intensità variabile in un  
25 ampio intervallo, ad esempio per realizzare sensori

Il mandatario  
STEFANO LIGI  
(per sé e per gli altri)  
STUDIO GLP S.r.l.  
P.le Cavedalis, 6/2 - 33100 UDINE



17 NOV. 2003

elettro-ottici utilizzati nel campo automobilistico, nel controllo della sicurezza, nel controllo stradale e nel controllo del traffico.

#### STATO DELLA TECNICA

5 Sono noti i sensori ottici, costituiti da una pluralità di elementi fotosensibili, o pixel, atti a rilevare segnali luminosi ed a trasmetterli, sotto forma di segnali elettrici, ad un'unità di calcolo che li elabora ricavandone immagini che trasmette a  
10 dispositivi di visualizzazione, questi ultimi essendo atti a permettere ad un utilizzatore di visionare tali immagini o informazioni da queste derivate.

Tali sensori ottici sono stati in precedenza  
15 realizzati con tecnologia CCD (Charge-Coupled Device) che garantisce una qualità delle immagini molto soddisfacente in presenza di illuminazione ben controllata, ma che non sono in grado di operare in modo ottimale in presenza di luce di intensità  
20 fortemente differenziata all'interno della stessa scena, cioè con un segnale di ingresso avente un'elevata dinamica, fino a 150 dB.

I CCD sono inoltre poco versatili sotto diversi aspetti: non possono essere facilmente integrati  
25 insieme a circuiti di pilotaggio complessi in un

Il mandatario  
STEFANO LIGI  
(per sé e per gli altri)  
STUDIO GLP S.r.l.  
P.le Cavedalis, 6/2 - 33100 UDINE

unico supporto di silicio (detto microchip) e non è possibile selezionare arbitrariamente una sottofinestra all'interno del sensore matriciale.



Per ovviare ad alcuni di questi inconvenienti dei  
5 CCD, sono stati sviluppati dei sensori ottici basati  
sulla tecnologia al silicio di tipo CMOS (si veda:  
Seger, Graf, Landgraf - 'Vision Assistance in Scene  
with extreme Contrast' - IEEE Micro, vol. 13 pag. 50,  
febbraio 1993), che offrono una buona risposta in  
10 condizioni di illuminazione molto diversificate  
all'interno della stessa scena. Questa risposta è  
ottenuta attraverso una conversione su scala  
logaritmica del segnale all'interno dell'elemento  
fotosensibile o pixel.

15 Tale conversione logaritmica, ottenuta ad esempio  
collegando alla giunzione fotosensibile un  
transistore di tipo MOS in configurazione a diodo,  
come descritto nell'US-A-5,608,204, soffre tuttavia  
del fondamentale svantaggio di fornire una bassa  
20 definizione dell'immagine in caso di bassa  
illuminazione. Immagini ad alta risoluzione si  
ottengono tramite una lettura lineare dell'elemento  
fotosensibile; questa tecnica ha però lo svantaggio  
di non dare la possibilità di ottenere immagini di  
25 buona qualità in condizioni di illuminazione molto



17 NOV 2003



diversificate all'interno della stessa scena.

La Richiedente, per risolvere tali inconvenienti della tecnica nota ed ottenere ulteriori vantaggi ha progettato e realizzato il presente trovato.

5

#### ESPOSIZIONE DEL TROVATO

Il presente trovato è espresso e caratterizzato essenzialmente nella rivendicazione principale. Altre caratteristiche innovative del trovato sono espresse nelle rivendicazioni secondarie.

10

Scopo del trovato è quello di realizzare un elemento fotosensibile per sensori elettro-ottici che possa essere integrato in un elemento di supporto, o substrato, di silicio di dimensioni ridotte, realizzando un microchip, che sia idoneo a fornire immagini di buona qualità a frequenza di ripetizione elevata sia in caso di bassa luminosità che in presenza di un segnale di ingresso caratterizzato da una elevata dinamica.

15

20

In particolare, scopo del trovato è quello di ottenere un segnale di uscita derivante, per bassa illuminazione, dalla lettura lineare dell'uscita del segnale proveniente dall'elemento fotosensibile e, per alte illuminazioni, dalla lettura della conversione logaritmica in tensione del segnale di corrente in ingresso. In entrambi i casi il segnale

25

Il mandatario  
STEFANO LIGI  
(per sé e per gli altri)  
STUDIO GLP S.r.l.  
P.le Cavedalis, 6/2 - 33100 UDINE

17 NOV. 2004

di ingresso dovrà essere di valore sufficientemente elevato per consentire una efficiente elaborazione ed una buona immunità rispetto ai rumori elettrici generati dagli altri componenti presenti sul  
5 microchip ove è installato l'elemento fotosensibile.

In accordo con tali scopi, l'elemento fotosensibile secondo il presente trovato è costituito da un mezzo di ricezione fotosensibile, quale ad esempio un diodo polarizzato inversamente,  
10 e da un circuito costituito da almeno un transistor di tipo MOSFET a canale P, avente un terminale (source/drain) collegato all'alimentazione e l'altro collegato al mezzo di ricezione fotosensibile.

Il transistor a canale P presenta il terminale di gate collegato ad una circuiteria esterna che  
15 permette di variare il valore della tensione applicata.

Secondo una variante, il circuito comprende almeno un transistor a canale P ed almeno un transistor a  
20 canale N, aventi il relativo terminale di gate collegato ad una circuiteria esterna che permette di variare il valore della tensione applicata. Entrambi i transistor presentano uno dei due terminali (source/drain) collegati all'alimentazione e l'altro  
25 collegato al mezzo di ricezione fotosensibile.



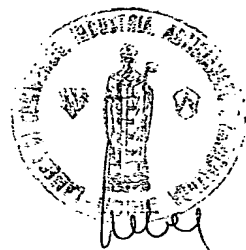
Il mandatario  
**STEFANO LIGI**  
(per sé e per gli altri)  
**STUDIO GLP S.r.l.**  
P.le Cavedalis, 6/2 - 33100 UDINE



Secondo il trovato, il transistor a canale P viene  
utilizzato come tasto ideale e pilotato con una  
tensione variabile tra una tensione di alimentazione  
alta ed una tensione di alimentazione bassa; a  
5 seconda della tensione di gate applicata, l'elemento  
fotosensibile viene portato in una delle due  
configurazioni previste: stato di reset se la  
tensione applicata è bassa, stato di integrazione se  
la tensione applicata è alta.

10 Se presente, il transistor di tipo N, nella fase  
di reset, viene cortocircuitato dal transistor a  
canale P; nella fase di integrazione esso opera sia  
come circuito di conversione logaritmica della  
corrente fotogenerata dal fotodiodo in tensione, che  
15 come circuito di polarizzazione del fotodiodo, nel  
caso di forte illuminazione, sia ancora come  
semplice interruttore spento, nel caso di debole  
illuminazione.

In una realizzazione preferenziale, il transistor  
20 di tipo MOSFET a canale N viene polarizzato  
allocando sul terminale di gate una tensione alta  
durante il periodo di reset e una tensione variabile  
su tutta la sua gamma durante il periodo di  
integrazione. A seconda del valore della tensione  
25 applicata durante il periodo di integrazione si può



variare in modo dinamico la durata della zona di illuminazione in cui l'elemento fotosensibile fornisce una risposta lineare rispetto a quello in cui fornisce una risposta logaritmica.

- 5 In un'altra realizzazione, il transistor a canale N viene pilotato con una tensione costante avente un valore compreso nella gamma possibile di tensione.

In un'altra realizzazione preferenziale, questa struttura viene completata da un circuito di  
10 amplificazione e lettura, ad esempio realizzato con due ulteriori transistor MOSFET.

La configurazione con due transistor, uno a canale P e uno a canale N, si caratterizza principalmente per i seguenti aspetti:

- 15 - fornisce una buona qualità delle immagini anche in caso di bassa luminosità (corrente fotogenerata) in ingresso;
- ha la capacità di rilevare la radiazione luminosa in un ampio intervallo di intensità, fino anche a  
20 150 dB;
- permette di realizzare sensori i cui elementi fotosensibili, disposti in strutture lineari o matriciali, sono accessibili secondo un qualsiasi sottocampionamento deciso dall'utente;
- 25 - permette di eliminare il rumore di lettura in modo

hardware su tutto l'intervallo di illuminazione esplorabile, sia nella zona di rilevazione lineare che in quella logaritmica.

Se lo stato di reset, come nelle implementazioni note, fosse raggiunto solo tramite un transistor a canale N, dopo la sottrazione tra il segnale rilevato in stato di reset e quello in stato di integrazione, si riuscirebbe ad ottenere un segnale sfruttabile elettricamente nel caso di funzionamento in zona lineare ma non in caso di funzionamento in zona logaritmica. Ciò perché il transistor a canale N, con gate e drain collegati alla tensione di alimentazione, non si comporta come un tasto ideale ma come un diodo e quindi il valore a cui viene portato il terminale pilotabile del fotodiodo nello stato di reset non è l'alimentazione, ma un valore che dipende in modo logaritmico dall'illuminazione presente. Di conseguenza, dopo la sottrazione tra segnale ottenuto durante la fase di reset e quello ottenuto durante la fase di integrazione si ha un'informazione nulla.

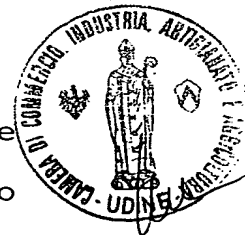
Utilizzando un transistor a canale P al posto di uno a canale N si ha un comportamento ideale, e quindi la tensione che viene imposta sul terminale pilotabile del fotodiodo è la tensione di

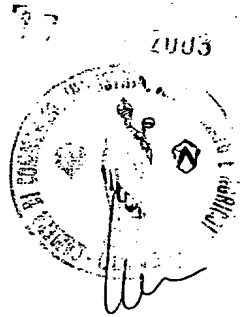
17 NOV. 2003

alimentazione, e questo indipendentemente  
dall'intensità di illuminazione presente. Questo  
garantisce sia la possibilità di ottenere, dopo la  
sottrazione tra segnale in condizioni di reset e di  
5 integrazione, un valore utile anche in caso di  
funzionamento in zona logaritmica, sia la  
possibilità di minimizzare il rumore in caso  
funzionamento in zona lineare.

Inoltre, grazie al buon livello di segnale  
10 generato, si ottiene un buon livello del rapporto  
segnale-rumore del dispositivo e di conseguenza  
l'ottimale integrazione in silicio su un singolo  
microchip dell'elemento fotosensibile, insieme con  
dispositivi di elaborazione del segnale, al fine di  
15 realizzare sensori di piccole dimensioni e quindi di  
costo di produzione ridotto, altamente affidabili ed  
utilizzabili in diverse applicazioni.

Il funzionamento del trovato si basa sulla  
generazione di una corrente direttamente  
20 proporzionale alla luce incidente sul fotodiodo,  
che, essendo polarizzato inversamente, ha un'ampia  
zona svuotata in cui si generano coppie  
elettrone-lacuna. Questa configurazione circuitale  
risulta particolarmente adatta ad ottenere un  
25 segnale in tensione in un intervallo molto ampio,





grazie al fatto che, nella fase di reset, il transistor a canale P permette di polarizzare l'elemento fotosensibile ad una tensione pari a quella di alimentazione.

5 La presenza del transistor a canale N permette all'elemento fotosensibile di rilevare la radiazione luminosa in un ampio intervallo di intensità luminosa, fino anche a 150 dB; ciò grazie alla possibilità di fare una compressione logaritmica dei  
10 segnali ad alta luminosità ed all'elevata precisione con cui si riescono a rilevare anche i segnali a bassissima luminosità.

Nel caso di forte illuminazione, il passaggio da zona di interdizione a quella triodo avviene in modo  
15 naturale grazie alle proprietà fisiche del dispositivo.

Data la necessità di trasferire il segnale in tensione, un terzo transistor è predisposto per eseguire una prima amplificazione del segnale,  
20 mentre un quarto transistor, selettivamente abilitabile, permette di collegare l'elemento fotosensibile ad una linea di trasmissione del segnale, detta bitline.

Per la lettura del segnale sono previste due fasi  
25 in cui vengono acquisiti due diversi segnali,

17 NOV. 2003

successivamente sottratti tra loro. In una  
realizzazione preferenziale, è presente un apposito  
dispositivo atto alla sottrazione e ad una prima  
amplificazione. Nella prima delle due fasi, detta di  
5 integrazione, viene ricavata l'informazione  
dall'elemento fotosensibile a cui verrà sottratto il  
segnale ricavato durante la fase di reset, che  
rappresenta il rumore associato al circuito di  
lettura. La lettura del segnale può avvenire  
10 semplicemente abilitando il quarto transistor del  
pixel che si vuole leggere e facendo la sottrazione  
tra questi due segnali. In questo modo si ottiene il  
segnale privato del rumore introdotto dal circuito  
di lettura.

15 Questo tipo di pixel può anche essere utilizzato  
come pixel puramente logaritmico fissando in modo  
definitivo il gate del transistor a canale P e di  
quello a canale N alla tensione di alimentazione. In  
questo caso si potrà fare una lettura continua della  
20 matrice e senza attendere tempi di integrazione  
prima di ottenere il segnale di uscita, ma si dovrà  
rinunciare alla correzione hardware del rumore,  
correzione che dovrà essere comunque effettuata  
fuori dal chip per ottenere immagini ad un buon  
25 livello.



In un'altra realizzazione, il transistor a canale P può essere escluso polarizzando il suo gate alla tensione di alimentazione, e si agisce solo sul transistor di tipo MOSFET a canale N che verrà polarizzato allocando sul terminale di gate una tensione alta durante il periodo di reset e una tensione variabile su tutta la sua gamma durante il periodo di integrazione. In questo caso, però, si potrà correggere in modo hardware il rumore, tramite sottrazione, solo nell'intervallo in cui il sensore risponde in modo lineare.

#### ILLUSTRAZIONE DEI DISEGNI

Queste ed altre caratteristiche del presente trovato appariranno chiare dalla seguente descrizione di una forma preferenziale di realizzazione, fornita a titolo esemplificativo, non limitativo, con riferimento all'annesso disegno che illustra uno schema elettrico di un elemento fotosensibile secondo il presente trovato.

#### DESCRIZIONE DI UNA FORMA DI REALIZZAZIONE

##### PREFERENZIALE DEL TROVATO

Con riferimento alla figura allegata, un elemento fotosensibile, o pixel, secondo il presente trovato è costituito da un diodo polarizzato inversamente, da due transistor, rispettivamente

primo 21 e secondo 22, di polarizzazione del fotodiode e da un circuito di amplificazione e lettura 20 comprendente due transistor, rispettivamente terzo 23 e quarto 24.

5 Il pixel 10 è del tipo atto a rivelare la luce di lunghezza d'onda tra 400 e 1000 nm e di intensità variabile in un intervallo di almeno 8 decadi, tra  $10^{-5}$  e  $10^3$  W/m<sup>2</sup>, ed è atto a costituire la singola cella di un sensore matriciale a celle multiple  
10 realizzato interamente in tecnologia CMOS e quindi integrabile in un chip.

Il diodo 11 è realizzato da una giunzione tra una diffusione isolata di tipo N mediamente drogata, che può essere realizzata tramite Nwell, o fortemente drogata, realizzata tramite una diffusione N+, ed il  
15 substrato di silicio che è debolmente drogato P. La regione di interfaccia tra le due parti del diodo risulta svuotata da cariche libere e caratterizzata dalla presenza di un campo elettrico interno che può  
20 essere aumentato polarizzando inversamente il diodo anche dall'esterno. A tale scopo nella struttura è stato posto un contatto a massa nel substrato e la diffusione di tipo N resta isolata o viene collegata ad una tensione positiva a seconda dello stato dei  
25 due transistor 21 e 22 che vengono pilotati



17 NOV. 2003

- 14 -

glp P2-5318

esternamente attraverso le linee di segnale 26 e 27.

Il substrato P, che rappresenta un punto comune per i transistor a canale N, drogato debolmente, viene polarizzato a massa. Il transistor a canale P  
5 viene realizzato all'interno di una diffusione profonda realizzata tramite una Nwell. Quest'ultima viene polarizzata ad una tensione che, a seconda della realizzazione, può essere la tensione di alimentazione o la tensione del suo source.

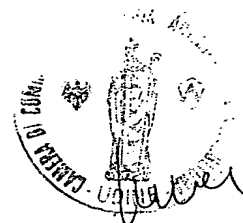
10 Nella zona svuotata, la luce genera coppie elettrone-lacuna che vengono separate dal campo elettrico della giunzione dando origine ad una corrente direttamente proporzionale alla luce incidente.

15 Durante la fase di reset il primo transistor 21 a canale P viene messo in conduzione ponendo il segnale 27 a tensione bassa (preferibilmente a massa); in questo modo il nodo 25 viene polarizzato alla tensione di alimentazione.

20 Durante la fase di integrazione il segnale 27 viene portato a tensione alta così che il primo transistor 21 entra in zona di interdizione. Il segnale 26 viene posto ad una tensione fissa compresa tra un minimo e un massimo. Il valore  
25 minimo è rappresentato da una tensione pari alla

Il mandatario  
**STEFANO LIGI**  
(per sé e per gli altri)  
**STUDIO GLP S.r.l.**  
P.le Cavedalis, 6/2 - 33100 UDINE

17



tensione di soglia del transistor; questo garantisce l'esclusione del cosiddetto effetto "blooming". Il valore massimo è invece rappresentato dalla tensione di alimentazione o, in casi estremi, da una  
5 sovralimentazione esterna.

Variando questa tensione si varierà l'intervallo di illuminazione in cui il pixel si comporta in modo lineare rispetto a quello in cui si comporta in modo logaritmico.

10 Si considerino i due casi estremi:

- nel caso in cui la tensione venga fissata al valore minimo previsto, si avrà un comportamento interamente lineare;
- nel caso in cui la tensione applicata attraverso  
15 la linea 27 sia la massima prevista, il comportamento sarà solamente logaritmico. Infatti, in questo caso, il secondo transistor 22 sarà forzato a lavorare in un regime detto di sottosoglia, cioè impone una relazione di tipo  
20 logaritmico tra la tensione al nodo fotosensibile 25 e la corrente fotogenerata.

Il diodo 11 occupa circa il 40% della superficie totale del pixel 10 e presenta una buona efficienza di conversione in tutto lo spettro del visibile e  
25 del vicino infrarosso. Infatti, le caratteristiche

17 NOV. 2000



del fotodiodo, in particolare la profondità della giunzione ed il livello di drogaggio della diffusione di tipo N e del substrato P, fanno sì che il pixel 10 presenti la sensibilità massima alla  
5 radiazione nel vicino infrarosso, tra circa 800 e circa 1000 nm, perché tale radiazione è composta da fotoni di energia idonea a penetrare il silicio fino a raggiungere la regione svuotata del fotodiodo e lì generare coppie di cariche elettriche.

10 Il circuito di amplificazione e lettura 20 è costituito sostanzialmente da un terzo transistor 23 e da un quarto transistor 24, ognuno di essi avendo una propria e specifica funzione.

Il transistor 23, realizzato secondo la  
15 configurazione nota detta ad inseguitore di tensione, o drain comune o source follower, realizza il primo stadio di amplificazione in corrente del segnale, trasferendo la tensione presente sul nodo fotosensibile 25 al drain (collettore) del quarto  
20 transistor 24 con un guadagno in tensione prossimo ad uno; l'abilitazione del quarto transistor 24 permette il collegamento del pixel 10 ad una linea di uscita 28 (detta bitline) con il vantaggio di trasferire la tensione del nodo fotosensibile 25  
25 alla bitline senza perdite, cosa che non sarebbe

Il mandatario  
STEFANO IGI  
(per sé e per gli altri)  
STUDIO GLP S.r.l.  
P.le Cavedalis, 6/2 - 33100 UDINE

17 NOV 1987

possibile in assenza del transistor di  
amplificazione 23.

I pixel 10 così realizzati sono organizzati in una  
matrice bidimensionale per la visione di scene  
complete, ma ogni sottocampionatura della matrice in  
sottoinsiemi è possibile.

Una seconda configurazione del pixel, qui non  
raffigurata, è possibile. In questa seconda  
configurazione, la polarità del diodo viene  
invertita, tutti i transistor a canale N vengono  
sostituiti con transistor a canale P, il transistor  
a canale P viene sostituito con un transistor a  
canale N, mentre i terminali di alimentazione  
positiva e la massa vengono invertite. Tale  
configurazione presenta un funzionamento molto  
simile a quello della configurazione descritta  
sopra.

Per poter leggere una matrice si deve attendere un  
certo tempo necessario per l'integrazione, questo  
tempo è dell'ordine dei microsecondi. Il tempo di  
integrazione è un altro fattore che incide sul tipo  
di segnale rilevato, lineare o logaritmico: per  
tempi brevi si avrà, in prevalenza, risposte  
lineari, per tempi lunghi la risposta sarà  
logaritmica nella maggior parte dei casi.



17 NOV. 2003

- 18 -

glp P2-5318



Grazie al fatto che il segnale viene rilevato in due istanti diversi, viene effettuata in modo hardware, tramite la sottrazione dei due segnali, la correzione del rumore di lettura, sia nel caso  
5 lineare che logaritmico. Questa correzione è possibile grazie alla presenza del transistor 21 a canale P che funziona come tasto, o interruttore, ideale e permette di eliminare l'errore di "settling time" che si ha nel caso in cui si utilizzi solo il  
10 transistor a canale N. L'errore di "settling time" è dovuto al fatto che il transistor a canale N impiega un certo tempo prima di portare il pixel dal valore immediatamente successivo alla transizione, che dipende dal valore da cui parte, alla tensione di  
15 reset finale; questo tempo è tipicamente superiore al tempo di reset. Questo causa una certa incertezza sul valore ottenuto dopo la sottrazione tra segnale di reset e segnale di integrazione e quindi rumore aggiunto. Inoltre, in conseguenza del fatto che il  
20 transistor N non si comporta in modo ideale, il valore di reset finale dipende comunque in modo logaritmico dalla luce presente.

In alternativa il pixel può essere utilizzato come un pixel puramente logaritmico; in questo caso la  
25 corrente viene continuamente trasformata in tensione

Il mandatario  
STEFANO LIGI  
(per sé e per gli altri)  
STUDIO GLP S.r.l.  
P.le Cavedalis, 6/2 - 33100 UDINE

17 NOV. 2003



e la lettura del segnale può avvenire in un istante qualsiasi, con una frequenza di lettura che può arrivare fino a 20 MHz, individuando nella matrice un pixel 10 qualsiasi. Per effettuare la lettura è  
5 infatti sufficiente abilitare il quarto transistor 24, tramite un segnale portato attraverso la linea di selezione 29, e collegare la corrispondente linea di uscita 28 ad una linea globale, che porta il segnale ad un amplificatore e successivamente ad un  
10 convertitore analogico-digitale, questi ultimi non illustrati in figura.

Nel caso in cui il pixel sia utilizzato nella sua configurazione originale è necessario introdurre anche uno stadio di amplificazione a livello di  
15 colonne della matrice di pixel che faccia la sottrazione tra segnale di reset e segnale di integrazione e una prima amplificazione; anche questo componente non è illustrato in figura.

La realizzazione del sensore può utilizzare una  
20 tecnologia standard tipo CMOS, cioè un processo di fabbricazione dei circuiti microelettronici in silicio, allo scopo di ottenere elementi fotosensibili con caratteristiche elettro-ottiche soddisfacenti senza dover sviluppare una tecnologia  
25 dedicata.

Il mandatario  
**STEFANO LIGI**  
(per sé e per gli altri)  
**STUDIO GLP S.r.l.**  
P.le Cavedalis, 6/2 - 33100 UDINE



17 NOV 1983



#### RIVENDICAZIONI

1 - Elemento fotosensibile per sensori elettro-  
ottici, comprendente almeno un mezzo di ricezione  
fotosensibile (11), un circuito di conversione della  
5 corrente generata da detto mezzo di ricezione  
fotosensibile (11) in un segnale di tensione, ed un  
circuito di amplificazione e lettura, **caratterizzato  
dal fatto che** detto circuito di conversione della  
corrente comprende almeno un transistor (21) a  
10 canale P atto ad essere utilizzato come tasto ideale  
e ad essere pilotato con una tensione variabile tra  
una tensione di alimentazione alta ed una tensione  
di alimentazione bassa, detto elemento fotosensibile  
essendo atto ad essere portato in uno stato di reset  
15 se la tensione di pilotaggio di detto transistor  
(21) è bassa, ed in uno stato di integrazione se  
detta tensione di pilotaggio è alta.

2 - Elemento come alla rivendicazione 1,  
**caratterizzato dal fatto che** detto circuito di  
20 conversione della corrente comprende almeno due  
transistor (21, 22), un primo (21) a canale P ed un  
secondo (22) a canale N, detti transistor (21, 22)  
presentando i rispettivi terminali di source o drain  
a comune ed i terminali di gate pilotabili  
25 esternamente tramite una tensione di valore

Il mandatario  
**STEFANO LIGI**  
(per sé e per gli altri)  
**STUDIO GLP S.r.l.**  
P.le Cavedalis, 6/2 - 33100 UDINE

variabile per consentire selettivamente una conversione lineare od una conversione logaritmica di detta corrente fotogenerata da detto mezzo di ricezione (11).



5 3 - Elemento fotosensibile come alla rivendicazione 1 o 2, **caratterizzato dal fatto che** detti transistor (21, 22) sono di tipo CMOS e sono atti rappresentare rispettivamente un tasto ideale (21) un carico attivo (22).



10 4 - Elemento fotosensibile come ad una o l'altra delle rivendicazioni precedenti, **caratterizzato dal fatto che** il numero di transistor di tipo N può variare da 1 a 12, per aumentare di un valore corrispondente il guadagno della conversione logaritmica di detta corrente fotogenerata da detto mezzo di ricezione fotosensibile (11).

5 - Elemento fotosensibile come ad una o l'altra delle rivendicazioni precedenti, **caratterizzato dal fatto che** detto circuito di amplificazione e lettura  
20 comprende almeno un terzo transistor (23) predisposto per eseguire una prima amplificazione del segnale ed un quarto transistor (24) per collegare l'elemento fotosensibile (10) ad una linea di trasmissione del segnale (28).

25 6 - Elemento fotosensibile come alla rivendicazione

17 NOV  
RECEIVED  
Lure

5, **caratterizzato dal fatto che** detto mezzo di ricezione fotosensibile (11) è costituito da un diodo di tipo N polarizzato inversamente, i transistor secondo (22), terzo (23) e quarto (24) sono del tipo a canale N ed il primo transistor (21) è a canale P.

7 - Elemento fotosensibile come ad una o l'altra delle rivendicazioni precedenti fino a 5, **caratterizzato dal fatto che** detto mezzo di ricezione fotosensibile (11) è costituito da un diodo di tipo P polarizzato inversamente, i transistor secondo (22), terzo (23) e quarto (24) sono del tipo a canale P e il primo transistor (21) è di tipo a canale N.

8 - Elemento fotosensibile come alla rivendicazione 5, **caratterizzato dal fatto che** detto quarto transistor (24) è atto ad essere abilitato selettivamente per consentire la lettura in un qualsiasi istante del segnale relativo al selezionato elemento fotosensibile (10).

9 - Elemento fotosensibile come ad una o l'altra delle rivendicazioni precedenti, **caratterizzato dal fatto che** è atto a rivelare la luce di lunghezza d'onda comprende tra 400 e 1000 nm e di intensità variabile in un intervallo di almeno 6 decadi, tra

Il mandatario  
**STEFANO LIGI**  
(per sé e per gli altri)  
**STUDIO GLP S.r.l.**  
P.le Cavedalis, 6/2 - 33100 UDINE



$10^{-5}$  e  $10^3$  W/m<sup>2</sup>

10 - Elemento fotosensibile come ad una o l'altra  
delle rivendicazioni precedenti, **caratterizzato dal**  
**fatto che** detto mezzo di ricezione fotosensibile  
5 (11) è realizzato da un diodo, di tipo N, costituito  
dalla giunzione tra una diffusione isolata di tipo N  
ed un substrato di silicio di tipo P, atta a  
definire una regione di interfaccia svuotata di  
cariche libere e caratterizzata dalla presenza di un  
10 campo elettrico interno.

11 - Elemento fotosensibile come ad una o l'altra  
delle rivendicazioni precedenti fino a 9,  
**caratterizzato dal fatto che** detto mezzo di  
ricezione fotosensibile (11) è realizzato da un  
15 diodo, di tipo P, costituito dalla giunzione tra una  
diffusione isolata di tipo P tutta contenuta in una  
diffusione di tipo N, atta a definire una regione di  
interfaccia svuotata di cariche libere e  
caratterizzata dalla presenza di un campo elettrico  
20 interno

12 - Elemento fotosensibile come ad una o l'altra  
delle rivendicazioni precedenti, **caratterizzato dal**  
**fatto che** è atto ad essere interamente integrato in  
un substrato di silicio di dimensioni ridotte per  
25 realizzare un microchip.

Il mandatario  
**STEFANO LIGI**  
(per se e per gli altri)  
**STUDIO GLP S.r.l.**  
P.le Cavedalis, 6/2 - 33100 UDINE

17 NOV. 2003



13 - Elemento fotosensibile come ad una o l'altra delle rivendicazioni precedenti, **caratterizzato dal fatto che** è atto a costituire una cella di un sensore a celle multiple lineare o matriciale.

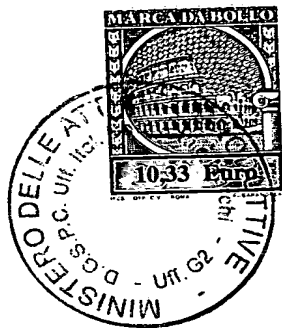
- 5 14 - Elemento fotosensibile per sensori elettroottici rivelatore di luce sostanzialmente come descritto, con riferimento agli annessi disegni.

p. NEURICAM S.p.A.

sl

Il mandatario  
**STEFANO LIGI**  
(per sé e per gli altri)  
**STUDIO GLP S.r.l.**  
P.le Cavedalis, 6/2 33100 UDINE

1/1



UD<sup>2003</sup>

A 00 022 6

17 NOV 2003

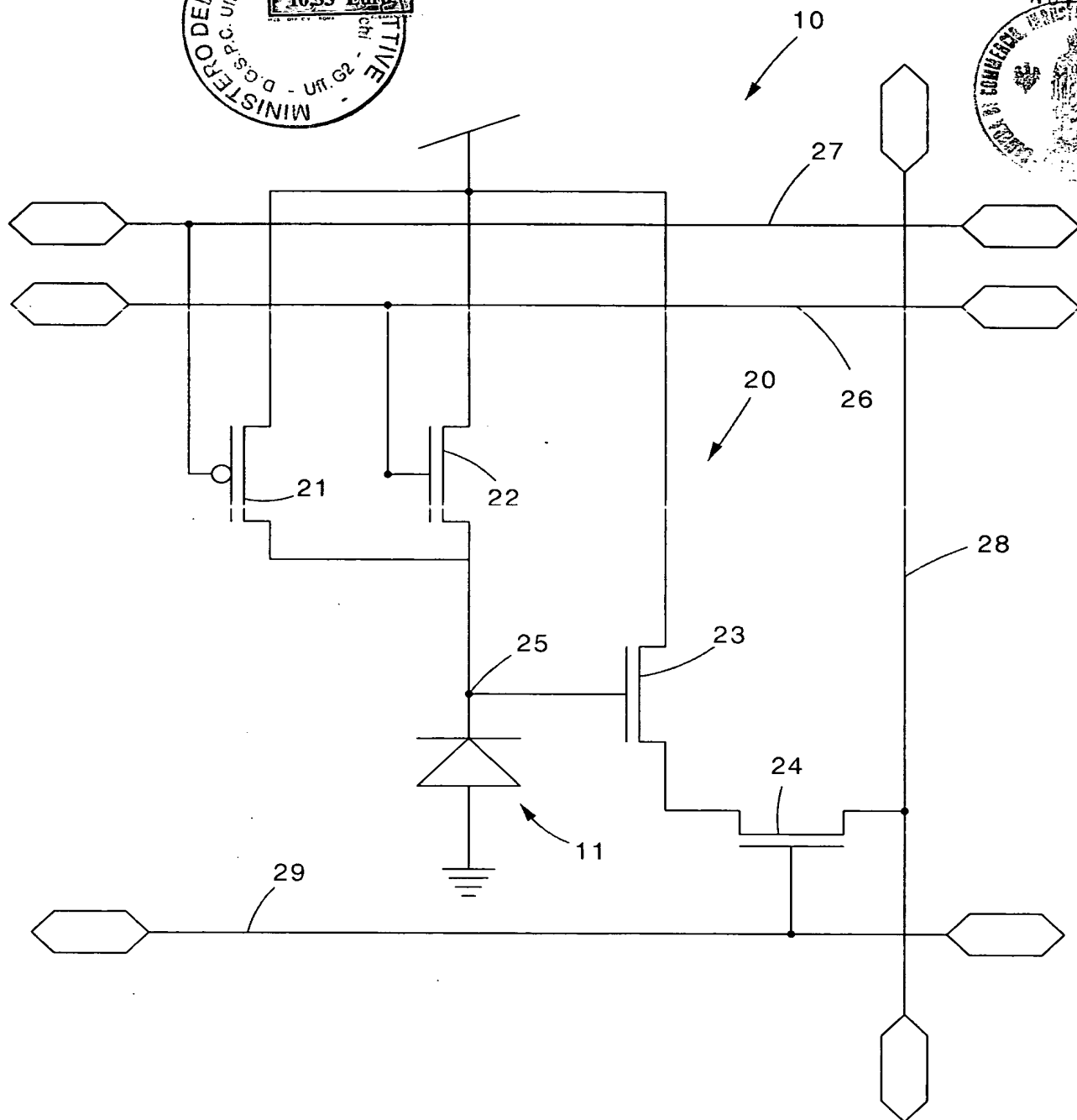


fig. 1

Il mandatario  
**STEFANO LIGI**  
 (per sé e per gli altri)  
**STUDIO GLP S.r.l.**  
 P.le Cavedalis, 6/2 - 33100 UDINE